

TE-R4 PATENT ABSTRACTS OF JAPAN (1/2)

(11)Publication number : 2003-062683

(43)Date of publication of application : 05.03.2003

(51)Int.Cl. B23K 26/00 B23K 26/14

(21)Application number : 2002-030591 (71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 07.02.2002 (72)Inventor : YOSHIDA KATSUTO
KUKINO AKIRA
GOTO MITSUHIRO
NAKAI TETSUO

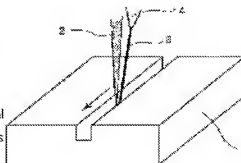
(30)Priority

Priority number : 2001180224 Priority date : 14.06.2001 Priority JP
country :(54) METHOD FOR MACHINING HARD MATERIAL AND HARD MATERIAL
COMPONENT MACHINED THEREBY

(57)Abstract:

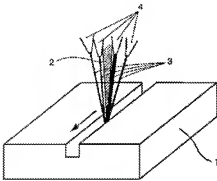
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser beam machining method capable of obtaining various machined surfaces on sintered polycrystalline substance of cubic boron nitride and diamond polycrystalline or the like with high quality machined surfaces at high speed and low cost.

SOLUTION: Upon cutting a super hard material 1, damage caused by the heat during cutting is prevented by ejecting cooling water 3 in the vicinity of the part to be machined. Simultaneously, excellent machined surface is obtained with reduced taper.



1: machined material 2: laser beam 3: cooling fluid flow 4: ejection nozzles

Alternatively, as shown in the following Figure a plurality of nozzles 4 may be provided to supply fluid flows 3 in the vicinity of the part to be machined. The nozzles 4 may be located in fixed relation to the laser beam 2 or may be moved around the laser beam 2 for more efficient cooling ([0023]).



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-62683

(P2003-62683A)

(43) 公開日 平成15年3月5日 (2003.3.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ページコード (参考)
B 2 3 K 26/00 26/14	3 2 0	B 2 3 K 26/00 26/14	3 2 0 E 4 E 0 6 8 Z

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-30591(P2002-30591)

(22) 出願日 平成14年2月7日 (2002.2.7)

(31) 優先権主張番号 特願2001-180224(P2001-180224)

(32) 優先日 平成13年6月14日 (2001.6.14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 吉田 克仁

兵庫県伊丹市尾張北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 久木野 晴

兵庫県伊丹市尾張北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100102691

弁理士 中野 稔 (外3名)

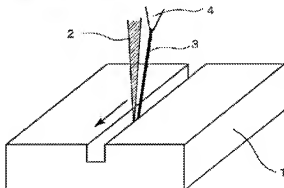
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硬質材料の加工方法および同方法により加工された硬質材料部品

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 焼結された立方晶窒化硼系多結晶体や、ダイヤモンド多結晶体等を、高速・低コストで加工面の品質を高く保ち、多岐な加工面を得ることができる硬質材料のレーザ加工方法を提供する。

【解決手段】 超硬度材料1の切断加工時に、加工部分近傍に冷却水3を噴射することにより加工時の熱による損傷を防ぎ、同時に良好な加工面が得られ、加工面のテーパーも小さく押えることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非金属高硬度材料の板状素材をレーザー光により切断する方法において、レーザー光が照射されている加工端近傍に冷却用液体を吹き付けることにより、素材の冷却と同時に加工を行うことを特徴とする硬質材料の加工方法。

【請求項2】 非金属高硬度材料が超高压・高温下で焼結された立方晶窒化硼多結晶体であることを特徴とする請求項1に記載の加工方法。

【請求項3】 非金属高硬度材料が超高压・高温下で焼結されたダイヤモンド多結晶体であることを特徴とする請求項1に記載の加工方法。

【請求項4】 非金属高硬度材料が気相合成法により作製された多結晶ダイヤモンドであることを特徴とする請求項1に記載の加工方法。

【請求項5】 請求項1ないし4記載の加工方法において、使用するレーザーがYAGレーザー、もしくは半導体レーザーであることを特徴とする硬質材料の加工方法。

【請求項6】 請求項1ないし5記載の加工方法において、使用するレーザーが高調波YAGレーザーであることを特徴とする硬質材料の加工方法。

【請求項7】 請求項1ないし6記載の加工方法において、レーザー光の照射出力が2W以上1000W以下であることを特徴とする硬質材料の加工方法。

【請求項8】 請求項1ないし7記載の加工方法において、加工対象物の加工経路に従ってレーザー光および冷却用液体を同期させながら走査することを特徴とする硬質材料の加工方法。

【請求項9】 請求項1ないし8記載の加工方法において、吹き付ける冷却用液体の圧力が、1Mpa以上100Mpa以下の圧力であることを特徴とする硬質材料の加工方法。

【請求項10】 請求項1ないし9記載の加工方法において、吹き付ける冷却用液体として水を用いることを特徴とする硬質材料の加工方法。

【請求項11】 請求項1ないし10記載の加工方法において、レーザー光および冷却用液体の重合速度が1mm/min以上1500mm/min以下であることを特徴とする硬質材料の加工方法。

【請求項12】 請求項2または3記載の加工方法において、加工対象物の被加工深さが2mm以上5mm以下であることを特徴とする硬質材料の加工方法。

【請求項13】 請求項4記載の加工方法において、加工対象物の被加工深さが0.01mm以上2mm以下であることを特徴とする硬質材料の加工方法。

【請求項14】 請求項1記載の加工方法を用いて製作された硬質材料部品

【請求項15】 請求項14記載の硬質材料部品において、被加工部分の加工側面の傾きがレーザー光の光軸方向に対して1°以下で、切口の巾はレーザー光の入射幅

が広くなっていることを特徴とする硬質材料部品

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は立方晶窒化硼素（以下cBNという）、ダイヤモンドおよびセラミックス等、高硬度物質の多結晶体を加工し、切削加工用工具やヒートシンク等に用いられる部材の形状を製作する方法およびその部材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 cBN焼結体、ダイヤモンド焼結体、気相合成法により生成した多結晶ダイヤモンド（以下気相合成ダイヤモンドという）、工業用セラミックスは、それぞれの持つ、優れた物理的特性を利用して広く工業製品を構成する部材として利用されている。

【0003】 超高压・高温下で焼結されたcBN焼結体やダイヤモンド焼結体は高硬度、高耐摩耗性を利用して、種々の切削工具や焼き直しダイスなどの耐摩耗工具を製造する素材として使用されている。また、一部のcBN焼結体は高熱伝導率を利用して半導体素子搭載用のヒートシンク用素材として使用されている。これらの焼結体は、超高压・高温下で焼結する際、通常、直径25mm以上の円板状で焼結される。製品用部材を製作する場合は、この円板から1辺数mm程度の多角形部を切り出して使用する。

【0004】 気相合成ダイヤモンドは高耐摩耗性、高熱伝導率を利用して半導体熱圧着工具に、また、高熱伝導率を利用して半導体素子搭載用ヒートシンクとして利用されている。気相合成ダイヤモンドは通常、数cm×数cmの基板の表面に合成され、同じく数mm程度の製品形状に成装加工して使用する。

【0005】 セラミックスは高硬度を利用して切削工具に、高耐摩耗性を利用して耐摩工具に、また、高電気絶縁性を利用して半導体素子搭載用パッケージ材料として使用する。セラミックスの場合も種々の形状に焼結の後、製品もしくは部品形状に成形して使用する。

【0006】 これら素材はいずれも硬度が非常に高いため、切断、成形といった加工においては、それぞれの特性に合った加工方法が採用されている。cBN焼結体やダイヤモンド焼結体では、その結合材の持つ電気伝導性を利用して、ワイヤー放電加工が行われている。気相合成ダイヤモンドの場合は、結合材を持たず導電性が低いため放電加工は適用できず、YAGレーザーによる加工が行われている。セラミックスでは、被加工部材よりも高硬度の砥粒を内包した回転円によるクランキング加工が行われている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ワイヤ放電加工は、主に金属材料の切断加工に使用されており、翼型の貫通孔や2次元的面を容易に加工できる。cBN焼結体やダイヤモンド焼結体は結合材として導電性の金属成分

を含んでいるため放電加工が可能であり、従来、これらの切断加工には主としてワイヤー放電加工が用いられてきた。しかしながら、機械結晶群は素材内部に電気絶縁性のcBN結晶部やグライヤモンド結晶部を含有するためこれらの部分では放電が起こらず、加工速度は通常の金属をワイヤー放電加工する場合に比べて非常に遅い。例えば厚さ4mmのダイヤモンド焼結体を切断する場合の切断速度は1mm/分程度である。また、加工時には常に放電電極としてのワイヤーを連続的に供給する必要があるため、加工費用を低く抑えることが難しい。さらに、加工部分が被加工材を貫通するワイヤーの被加工材との接触部分全体で起こるため、溝形状や非貫通孔の加工には適用できない。

【0008】YAGレーザー加工は、主にセラミックスや薄い金属箔の切断加工や一部電子回路のトリミング、部材表面への印字加工などに使用されている。上記のワイヤー放電加工のように被加工部材の導電性の有無を問わないので、導電性を有しない気相合成ダイヤモンドの加工にも用いることができる。しかしながら通常のYAGレーザー加工は大気中で行われるため、第1に被加工材に熱損傷を与える、第2に表面が金属で覆われている場合には金属部分の変性を起こし、例えば、酸化物などが残る、第3に局部的な加熱による温度差でチップングや割れを誘発するといった問題点がある。また、熱変性により崩壊物が発生する被加工材の場合は加工溝に崩壊物が堆積し、以後の加工の進捗を妨げるといった問題がある。さらに従来のレーザー加工では、レーザーの光学的集光のためレーザーの入射側の加工幅が大きく出射側の加工幅が小さくなる。従って、切断断面が台形となり、切断後の部材の側面にテーパーがついてしまうという問題が置けられない。また、従来のレーザー加工では光素の焦点近傍でしか加工ができなかったため、加工の深さ方向の進捗に合わせて、被加工物をレーザー光の光軸の垂直方向に移動させる必要がある。

【0009】ダイニング加工は、半導体素子のウエハからの切断や半導体素子搭載用セラミック部品の切断加工に使用されているが、チップングやバリが発生しやすい、切断前の被加工材の固定、切断後の取り外しに手間がかかる、穴あけ、曲線加工が不可能といった問題がある。

【0010】一方レーザー加工による加工方法として、特開2001-138081号公報に、冷却を行いながらレーザー切断をする方法が開示されている。この公報では、同方法により皮革製品のレーザー加工をすると、焦げ付きのない切断面が得られることが示されている。また、同じく、冷却を行いながら加工を進めるレーザー素子として、特開7-91850号公報に水冷しながら手術をする方法が開示されている。

【0011】本発明者達は、この技術を用いて超高温圧品やセラミックなどを切断して見たが、満足できる結果

は得られなかった。その理由は、概略以下の通りである。先ず、焼結された立方晶窒化硼素多結晶と焼結されたダイヤモンド多結晶ではその使用目的からして、2から5mm程度の切断能力が必要である。また、超高温焼結体は一般的に熱伝導率が高く、十分な出力を持つレーザーでない加熱部が加熱されなかった。さらに、レーザー切断された面の仕上げがよいことがこの点の重要である。即ち精度が高いので、レーザー加工後のさらなる加工は大量加工費が高くなり、望ましいものではない。したがってレーザー切断といえども、熱損傷が小さく且つ被加工部分の加工側面の傾きがレーザー光の光軸方向に対して1°以下であることが重要である。

【0012】本発明は上記従来技術の問題点を解決し、被加工材の種類を問わず、高速・低コストで加工面品質がよく、多様な加工面を得ることができる硬質材料の加工方法を提供することを課題とする。

【0013】課題を解決するための手段 本発明者らは上述の課題を克服すべく、種々の加工方法を検討した。その結果、レーザー光を照射し加工すると同時に、加工面近傍に冷却用液体を吹き付けることによって加工時の熱による損傷が抑制でき、また、良好な加工面が得られることを見いだした。

【0014】被加工材がcBN焼結体およびグライヤモンド焼結体の場合、従来の方法により大気中でレーザー加工を行うと加工に伴って発生する熱はより加工面近傍の温度が上昇し、cBN焼結体の場合は結晶部が、グライヤモンド焼結体の場合はダイヤモンド結晶が熱的変性を受け、機械的強度が劣化する。その範囲はレーザー加工面から奥へ200μmにも及ぶ。しかしながら本発明の方法によれば、加工時に発生した熱は速やかに冷却用液体によって除去され、熱的変性を受ける部分を20〜400μm程度に抑えることができる。

【0015】被加工材が気相合成ダイヤモンドやセラミックスの場合、従来の方法により大気中でレーザー加工を行うと加工に伴って発生する熱により被加工材に熱的変性が発生し、加工精度が低下したり、熱応力により割れやチップングが発生する場合がある。しかしながら本発明の方法によれば、加工時に発生した熱は速やかに冷却用液体によって除去され、高い加工精度が得られ、また割れやチップングの発生を抑えることができる。さらに、被加工材が気相合成ダイヤモンドとセラミックスの複合材料の場合、本発明による熱応力の低減効果が顕著に現れる。

【0016】レーザー光源としては発振加工用レーザーとして工業的に一般的に使用されている波長1064nmのYAGレーザーを使用するのが最も効果的である。さらに、これらの高調波YAGレーザーを使用することもある。また、調波長に近い発振光をもつ半導体レーザー

も使用できるが、YAGレーザーの方がレーザー光の性状や集光性がより優れている。

【0017】冷却用液体としては、比熱が大きく冷却能力の高い水を使用するのが最も効率的でありまた費用も低く抑えることができる。また、加工装置の維持管理の観点から、水に防錆剤を添加したり、加工装置にフィルターおよびイオン交換装置を装着して水質の維持を図ることも効果的である。

【0018】冷却用液体は吐出用ポンプ等によって加圧し、吐出ノズル等の先端から口径を絞って水柱状に加工部分へ供給することが本発明の主要目的である冷却の効率を高める上で最も好ましい。冷却用液体の供給は、加工の進展に伴い、被加工材の加工経路にしたがってレーザー光と同期して走査させる。冷却用液体の吐出圧力は1MPa以上100MPa以下であることが望ましい。1MPa未満の水圧では十分な冷却効果が得られず、100MPaを超えるとそれ以上冷却能力の向上は期待できず、また、吐出用ポンプや吐出ノズルの寿命が低下する。

【0019】さらに、本発明の方法による加工では、特に切断加工を実施する場合に、すでに加工された溝部分に水が充填されこれがレーザー光の導光路として機能し、溝の底部に集中的にレーザー光を照射することになるので、大きな加工深さまでほぼ同じ溝幅の加工が可能になる。同時に上記導光路の働きにより、加工溝が深くなってもレーザー光が導光路に閉じ込められ光束が広がらないので加工の進展にあわせて被加工物をレーザー光の光軸方向に移動させる必要がない。さらに加工時に生じるジェット噴流によって被加工材の熱変性物が加工溝の中から除去され、それ以上の加工が妨げられることがないという効果も得られる。また、加工条件の調整により加工の深さを被加工材の厚さ以下でとめることにより、部分的な飛加工や非貫通孔の作成を容易に行うことができる。

【0020】本発明の方法による加工の条件については、使用するレーザー光源、被加工材の種類、表面状態などによって影響を受ける。レーザー光の出力としては2W以上1000W以下の出力が好ましい。2W未満では十分な加工速度が得られず、1000Wを超えると本発明の方法においても十分な冷却効果を得ることができない。さらに好ましいは、加工速度と加工面の品質の両立という観点から、10～300Wの出力を標用できる。レーザー光と冷却用液体の走査速度は1mm/分以上1500mm/分以下であることが好ましい。1mm/分未満では本発明が解決しようとしている課題である高い加工速度が得られない。また、1500mm/分を超えると本発明が解決しようとしている課題である高い加工精度が得られない。さらに好ましくは、被加工材がcBN焼結体の場合は300mm/分以上600mm/分以下の範囲、被加工材がダイヤモンド

焼結体の場合は、800mm/分以上1000mm/分以下の範囲が良好な加工結果をもたらす。気相合成ダイヤモンドおよびセラミックスの場合は、1mm/分以上、50mm/分以下の範囲が良好な加工結果を得られる。

【0021】本発明の方法を使用し製造できる部材としては、cBN焼結体およびダイヤモンド焼結体では、切削工具、耐摩工具等、気相合成ダイヤモンドでは、切削工具、耐摩工具、放熱基板等、セラミックスでは切削工具、耐摩工具、半導体搭載用基板等をあげることができる。さらに、本発明の方法を使用して、気相合成ダイヤモンドとcBN焼結体、ダイヤモンド焼結体、セラミックスおよびその他の材料を組み合わせた複合材料では、切削工具、耐摩工具、放熱基板、半導体素子加工などを製造することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に基づいた実施の形態を図を参照して説明するが、この図はあくまでも本発明の概念を示す図であり、本発明の技術的範囲は図の形態に限定されるものではない。

【0023】図1および2において、1は加工対象物であり、本発明の場合、cBN焼結体、ダイヤモンド焼結体、気相合成ダイヤモンド、セラミックス、これらの複合材料などである。2はレーザー光であり、3は冷却用液体の噴流、4は吐出用ポンプに接続された吐出ノズルを示す。冷却液の噴流は図1のように1本でもよいが、図2に示すようにレーザー光を狭く囲むように複数本を配することによりさらに冷却効果が高まる。また、冷却液噴流の位置はレーザー光に対して固定でもいいが、レーザー光を中心にして冷却液が取り囲むようにノズルを回転させてもよい。

【0024】

【実施例】次に本発明の詳細な実施例により説明するが、限定を意図するものではない。

【0025】

【実施例1】超高温・高温下で焼結された、30～80体積%のcBNと残部がTiN、AlNなどのセラミックス複合相からなる、cBN焼結体を出方300Wのフラッシュランプ励起型Nd-YAGレーザーを用いて、周波数300Hz、冷却水ノズル径100μmにて、冷却水を切断部に注入しながら、YAGレーザーと同期して移動させ、切断加工を行った。

【0026】直径50mm、厚み3.2mmのcBN焼結体から一辺が13mmの正方形を格子状に切り出す加工を種々の条件で行った。加工条件と加工速度、熱損傷の度合いを表1に示す。なお、表1に記載した、実加工速度とは、垂直速度をパス数で除算することによって得られる値で、レーザーの走査1パスでの切断に換算した場合の切断速度を示し、この値が大きいほど加工速度は早くなる。

【0027】本発明の方法により、比較として実施した従来の冷却をしないレーザー加工方法とほぼ同じ加工速度で、熱損傷率が約1/3の切断加工を実施することができた。なお、被加工部分の加工側面とレーザー光の光

軸とのなす角度は、 0.6° であった。レーザーの入射側の巾が広がっていた。

【0028】

【表1】加工条件と加工結果

	加工条件			加工結果	
	レーザー出力 (W)	水圧 (MPa)	非歪速度 (mm/min)	熱損傷率 (%)	添加加工速度 (mm/min)
No.1	200	5	300	6.0	8
No.2	200	5	600	13.0	3.5
No.3	200	5	600	25.0	2.7
No.4	200	7	600	13.5	3.2
No.5	200	7	1000	40.0	2.4
No.6	300	5	300	4.5	4.8
No.7	500	5	600	10.0	4.0
No.8	300	9	600	5.0	3.1
No.9	300	9	1000	33.0	2.7
比較例1	200	冷却なし	600	10.0	13.5
比較例2	300	冷却なし	600	8.0	15.5

【0029】

【実施例2】超高压・高圧下で焼結された90体積%のダイヤモンドを含み、金属結合相がC₆₀からなるダイヤモンド焼結体を出力300Wのフラッシュランプ励起型Nd-YAGレーザーを用いて、周波数400Hz、冷却水ノズル径100 μ mにて、冷却水を切断部に注入しながら、YAGレーザーと同様に移動させ、切断加工を行った。

【0030】直径50mm、厚み3.2mmのダイヤモンド焼結体から一辺が13mmの正方形を格子状に5割

切り出す加工を種々の条件で行った。加工条件と加工速度、熱損傷の度合いを表2に示す。

【0031】本発明の方法により、比較として実施した従来の冷却をしないレーザー加工方法の約7割の加工速度で、熱損傷率が約1/3の切断加工を実施することができた。なお、被加工部分の加工側面とレーザー光の光軸とのなす角度は、 0.4° であった。

【0032】

【表2】加工条件と加工結果

	加工条件			加工結果	
	レーザー出力 (W)	水圧 (MPa)	非歪速度 (mm/min)	熱損傷率 (%)	添加加工速度 (mm/min)
No.10	200	6	600	9.5	4.8
No.11	200	6	800	13.5	4.5
No.12	200	6	1000	19.5	3.5
No.13	200	8	800	14.0	3.7
No.14	200	8	1000	50.0	3.1
No.15	300	6	600	8.5	5.1
No.16	300	6	800	12.0	4.9
No.17	300	10	1000	19.0	3.4
No.18	500	10	1500	30.0	2.9
比較例3	200	冷却なし	600	6.5	14.5
比較例4	500	冷却なし	600	10.4	10.0

【0033】

【実施例3】熱フィラメントCVD法により作製されたダイヤモンド多結晶体を出力300Wのフラッシュランプ励起型Nd-YAGレーザーを用いて、周波数1kHz、冷却水ノズル径75 μ mにて、冷却水を切断部に注入しながら、YAGレーザーと同様に移動させ、切断加工を行った。

【0034】50mm×50mm、厚み0.4mmのダイヤモンド多結晶体から一辺が5mmの正方形を格子状に切り出す加工を種々の条件で行った。加工条件と加工速度、熱損傷の度合いを表3に示す。

【0035】本発明の方法により、比較として実施した従来の冷却をしないレーザー加工方法の約6割の加工速度で、熱損傷率が約1/3の切断加工を実施することができた。さらにこの場合の加工側面のアスペクト比（（レーザー光入射側の側面-レーザー光射出側の側面）÷被加工材の厚さ）は0.04と従来の冷却を行わないレーザー加工の5分の1であった。なお、被加工部分の加工側面とレーザー光の光軸とのなす角度は、 0.4° であった。

【0036】

【表3】加工条件と加工結果

	加工条件				加工結果	
	レーザー出力 (W)	水圧 (MPa)	走速速度 (mm/min)	パルス数 (個)	熱損傷幅 (μm)	実加工速度 (mm/min)
№19	2	6	1	11	3.0	5.5
№20	2	6	3	13	2.9	5.3
№21	3	6	10	25	2.7	4.0
№22	3	8	3	17	2.6	4.7
№23	10	8	10	26	2.9	3.8
№24	10	6	2	19	3.3	6.0
№25	10	6	3	14	3.1	5.7
№26	30	10	10	24	2.7	4.2
№27	30	10	15	37	2.4	4.0
比較例5	2	冷却なし	2	7	14.3	8.5
比較例6	10	冷却なし	2	6	15.2	10.6

【0037】

【実施例4】 常圧焼結法を用いて作製されたAlN多結晶体およびSiC多結晶体を50WのYAGレーザーを用いて切断加工を行った。

【0038】 200mm×200mm、厚み0.5mmのAlN焼結体から、および100mm×100mm、厚さ0.5mmのSiC焼結体から各辺が2mmおよび1mmの長方形を格子状に切り出す加工を種々の条件で行った。加工条件と加工速度、熱損傷の度合いを表4に示す。

【0039】 本発明の方法により、比較として実施した従来の冷却をしないレーザー加工方法の約8割の加工速度で切断加工を実施することができた。さらにこの場合

の加工側面のアスペクト比（レーザー光入射側の溝幅－レーザー光出射側の溝幅）÷被加工材の厚さ）は0.01と従来の冷却を行わないレーザー加工の5分の1であった。また、比較として実施した従来の冷却をしないレーザー加工方法では、いずれのセラミックスの場合も加工時の熱変性物が加工溝内に堆積し、単位時間あたりの加工速度が加工の進捗と共に低下していた。熱変性物を機械的に除去することによって初期の加工速度に回復することができるが、総加工時間としては非常に長くなり、現実的な加工方法とは言いがたい。

【0040】

【表4】 加工条件と加工結果

	加工条件				加工結果	
	レーザー出力 (W)	水圧 (MPa)	走速速度 (mm/min)	パルス数 (個)	熱損傷幅 (μm)	実加工速度 (mm/min)
AIN-1	2	6	1	28	2.8	5.8
AIN-2	3	8	3	18	2.5	6.0
AIN-3	10	10	10	10	3.5	4.8
AIN-4	30	10	15	6	5.0	4.0
AIN-比較	3	冷却なし	3	30	15.5	8.0
SiC-1	2	6	1	23	2.2	4.8
SiC-2	3	8	3	15	2.5	5.5
SiC-3	10	10	10	10	4.0	4.0
SiC-4	30	10	15	6	4.9	4.0
SiC-比較	3	冷却なし	3	30	12.9	7.2

【0041】

【実施例5】 超高温・高温下で焼結された体積で85%のcBN、6%のAlN、6%のAlB₂、及び残渣がC、O、Si、W、鉄族金属からなるcBN焼結体を出力15Wの各種LED励起UVレーザー（Nd-YAG）を用いて、調波数1kHz、ノズル径75μmにて切断加工を行った。

【0042】 直径50mm、厚み4.8mmのcBN焼

結体から一辺が13mmの正方形を格子状に切り出す加工を種々の条件で行った。加工条件と加工速度、熱損傷の度合いを表1に示す。この実施例は、2次、3次、4次の高調波YAGレーザーによる切断と、基本波による切断とを比較した例を示す。これらの結果は、高調波を使用した方が実加工速度が高くなった。

【0043】

【表5】 加工条件と加工結果

	レーザー出力(W)	本発明値(W)	加工条件			加工結果	
			YAG	溶媒	冷却液	バース	機械研磨
				(mg)	(mg/min)	(%)	(μm)
No.1	1.5	2.0	所結核	10.5-4	300	200	3.1
No.2	1.5	2.0	スラブ	10.5-4	300	180	3.3
No.3	1.5	2.0	溶媒	5.3-2	300	140	3.5
No.4	1.5	2.0	溶媒	2.5-5	300	80	3.7
No.5	1.5	2.0	溶媒	2.5-5	300	50	2.7
比較例1	1.5	なし	スラブ	10.5-4	300	-	9.5
比較例2	1.5	なし	溶媒	10.5-4	300	-	10.0

※No. 1 及び、比較例 2 は、ブラッシュアップ磨起の円柱状 Nd-YAG レーザー、比較例 1 はスラブ型 YAG レーザーを用いた。

【0044】

【発明の効果】以上のように、本発明にかかる切断加工方法により c-BN 焼結体やダイヤモンド焼結体、気相合成ダイヤモンド、セラミックスおよびそれらの複合体といった硬質材料の加工において、高速で、加工による損傷が少なく、種々の加工形状に対応可能な加工方法を提供でき、工業的に有用な効果もたらされる。

【図面の簡単な説明】

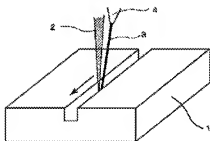
【図 1】 本発明に係わるレーザー加工方法の 1 例を示す。

【図 2】 本発明に係わるレーザー加工方法の別の実施例を示す。

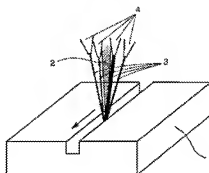
【符号の説明】

- 1 被加工材
- 2 レーザー光
- 3 冷却用液体
- 4 冷却用液体吐出ノズル

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 後藤 光宏
兵庫県伊丹市尾島北一丁目 1 番 1 号 佐友
電気工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 中井 哲男
兵庫県伊丹市尾島北一丁目 1 番 1 号 佐友
電気工業株式会社伊丹製作所内

Fターム(参考) 4E068 AED1 CA91 CA02 CB06 CB05
CH04 C367 DB11 DB12